

УДК 658.011.56

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ЕНЕРГОЄМНІСТЬ ПРОЦЕСУ ПОМЕЛУ ЗЕРНА

Саржан С.В., магістр,*

Постнікова М.В., к.т.н.,

Карпова О.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619)42-31-59

Анотація – визначений вплив енергетичних параметрів на енергоємність процесу помелу зерна.

Ключові слова – раціональне використання електроенергії, питомі витрати електроенергії, завантаження електродвигунів, енергоємність, борошномельний агрегат.

Постановка проблеми. Реалізації програми енергозбереження у сільськогосподарському виробництві приділяється велика увага. Один із шляхів енергозбереження при помелу зерна на млинах – розробка науково-обґрунтованих питомих норм витрат електроенергії, впровадження яких дозволить економити 8-10% електроенергії.

Аналіз останніх досліджень. Як показали дослідження [1 – 3], всі фактори, які впливають на питому витрату електроенергії стосовно млинів можна поділити на наступні: технологічні, механічні, енергетичні. Кожен з них впливає на енергоємність помолу зерна.

Формулювання цілей статті. Метою статті є виявлення впливу енергетичних факторів на питому витрату електроенергії при помолу зерна.

Основна частина. До енергетичних факторів відносяться: встановлена потужність, ККД силового електрообладнання, ступінь завантаження електродвигунів.

Залежність питомих витрат електроенергії від продуктивності нелінійна [3], тому для отримання рівняння регресії використовують плани другого порядку. Вибір факторів, інтервалів варіювання, рівнів виконаний на основі аналізу апріорної інформації. Межі змінення досліджуваних факторів прийняті з урахуванням технічних характеристик машин та технологічних обмежень, які обумовлені отриманням борошна вищого ґатунку. В якості змінних параметрів обрані: x_1 –

* Науковий керівник – к.т.н. Карпова О.П.

© магістр Саржан С.В., к.т.н. Постнікова М.В., к.т.н. Карпова О.П.

продуктивність машини, т/год.; x_2 – приєднана потужність електродвигуна, кВт; x_3 – коефіцієнт завантаження електродвигуна. В якості відгуку обрані питомі витрати електроенергії. Для математичного опису питомих витрат електроенергії використовується ортогональний центральний композиційний план другого порядку (ОЦКП) Бокса та Уїлсона [4], тому що цей метод має чітку процедуру оптимізації.

За таблицями [4] визначаються точки факторного простору для ОЦКП, розмір зіркових плечей, зіркових точок плану для числа факторів $n=3$ (таблиця 1) для щіточної машини агрегату ОПМ-0,6.

Таблиця 1 – Рівні факторів та інтервали варіювання для щіточної машини агрегату ОПМ-0,6

Рівні	Нормована величина	Реальний масштаб		
		x_1 , т/год.	x_2 , кВт	x_3 , ум.од.
Базовий рівень	0	8,5	5,5	0,65
Ступінь варіювання Δx_i	± 1	1,5	1,5	0,15
Нижній рівень ПФЕ	-1	7	4	0,5
Верхній рівень ПФЕ	+1	10	7	0,8
Нижня зіркова точка ОЦКП	-1,215			
Верхня зіркова точка ОЦКП	+1,215			

Величина зіркового плеча $x_i(\pm\alpha)$ розраховується за формулою

$$x_i(\pm\alpha) = x_{i,0} \pm \alpha \cdot \Delta x_i$$

Для ОЦКП другого порядку критерієм оптимальності є ортогональність всіх вектор-стовбців матриці плану, включаючи і вектор-стовбці для всіх квадратичних членів \tilde{x}_i^2 ($i=1,2,\dots$) та нульового члена x_0 . Для цього вибирається величина зіркового плеча та перетворюються квадратичні змінні x_i^2 в нові, штучні члени \tilde{x}_i^2 за формулою [4]

$$\tilde{x}_{i,g}^2 = x_{i,g}^2 - \frac{1}{N} \cdot \sum_{g=1}^N x_{i,g}^2,$$

де i – номер фактору;

g – номер рядка матриці плану ОЦКП;

N – кількість дослідів експерименту.

Розрахунки дозволяють отримати рівняння регресії для неперетворених квадратичних членів

$$\tilde{y} = \tilde{b}_0 + \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i + \sum_{i,j} b_{i,j} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} \cdot x_i^2,$$

$$\text{де } \tilde{b}_0 = b_0 - \sum_{i=1}^n b_{ii} \cdot \frac{1}{N} \cdot \sum_{g=1}^N x_i$$

Всі коефіцієнти рівняння регресії ОЦКП визначаються незалежно один від одного

$$b_i = \frac{1}{\sum_{g=1}^N x_{i,g}^2} \cdot \sum_{g=1}^N x_{i,g} \cdot y_g$$

$$S_B^2\{y\} = 0,0036;$$

$$S^2\{b_1\} = S^2\{b_2\} = S^2\{b_3\} = 0,000329;$$

$$S^2\{b_{12}\} = S^2\{b_{13}\} = S^2\{b_{23}\} = S^2\{b_{123}\} = 0,00045;$$

$$S^2\{b_{11}\} = S^2\{b_{22}\} = S^2\{b_{33}\} = 0,0008255;$$

$$S_B^2\{b_0\} = 0,00024; \tilde{b}_0 = 0,5489; S_{ad}^2\{y\} = 0,007543.$$

Оцінка дисперсії коефіцієнтів рівняння регресії при ОЦКП визначається наступним чином

$$S^2\{b_0\} = \frac{S_B^2\{y\}}{m \cdot \sum_{g=1}^N x_{0,g}^2} = \frac{S_B^2\{y\}}{m \cdot N};$$

$$S^2\{\tilde{b}_0\} = S^2\{b_0\} + \sum_{i=1}^n S^2\{b_{ii}\} \cdot \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N x_{i,g}^2;$$

$$S^2\{b_i\} = \frac{S_B^2\{y\}}{m \cdot \sum_{g=1}^N x_{i,g}^2};$$

$$S^2\{b_{ij}\} = \frac{S_B^2\{y\}}{m \cdot \sum_{g=1}^N (x_{i,g} \cdot x_{j,g})^2};$$

$$S^2\{b_{ii}\} = \frac{S_B^2\{y\}}{m \cdot \sum_{g=1}^N (x_{i,g}^2)^2},$$

де $S_B^2\{y\}$ – дисперсія відтворюваності дослідів для функції ОЦКП.

Статистична оцінка значимості отриманих коефіцієнтів, а також перевірка адекватності квадратичної моделі проводиться аналогічно ПФЕ. Різниця лише в тому, що для різних груп коефіцієнтів їх дисперсії будуть різні.

Було отримане рівняння регресії для розрахунку питомих витрат електроенергії в залежності від продуктивності, коефіцієнта заванта-

ження та приєднаної потужності електродвигуна в натуральних значеннях факторів

$$W = 0,0943P + 0,7955k_3 - 0,0403Q^2 + 0,62892Q - 2,921.$$

Як показує рівняння на величину питомих витрат електроенергії впливає в значній мірі продуктивність машини, потужність електродвигуна та його коефіцієнт завантаження (рис. 1, 2).

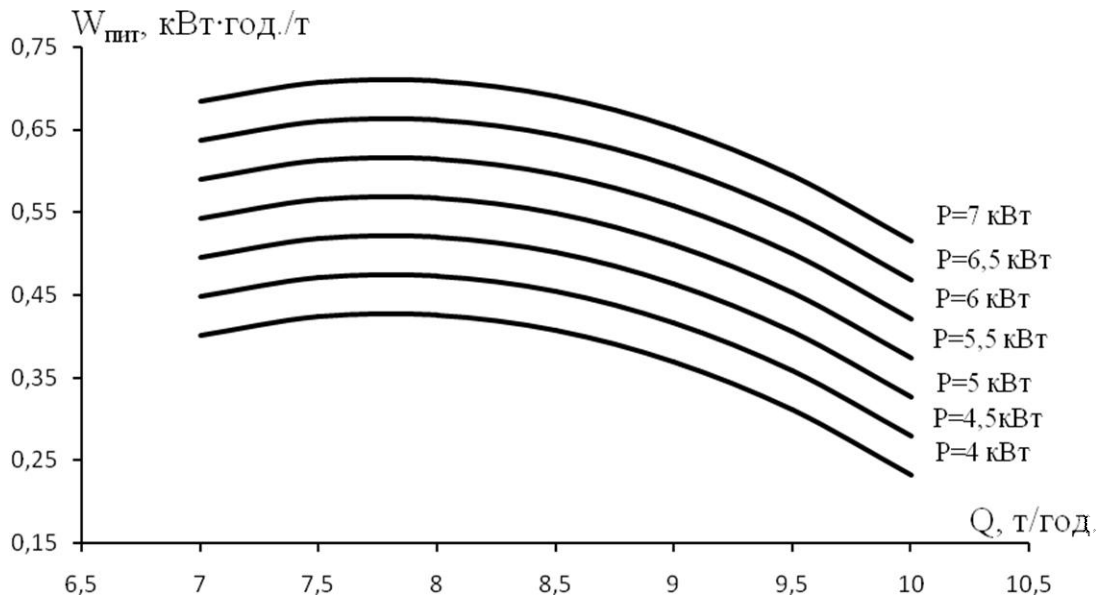


Рис. 1. Залежність $W_{num} = f(Q)$ при $P = var$ для щіточної машини.

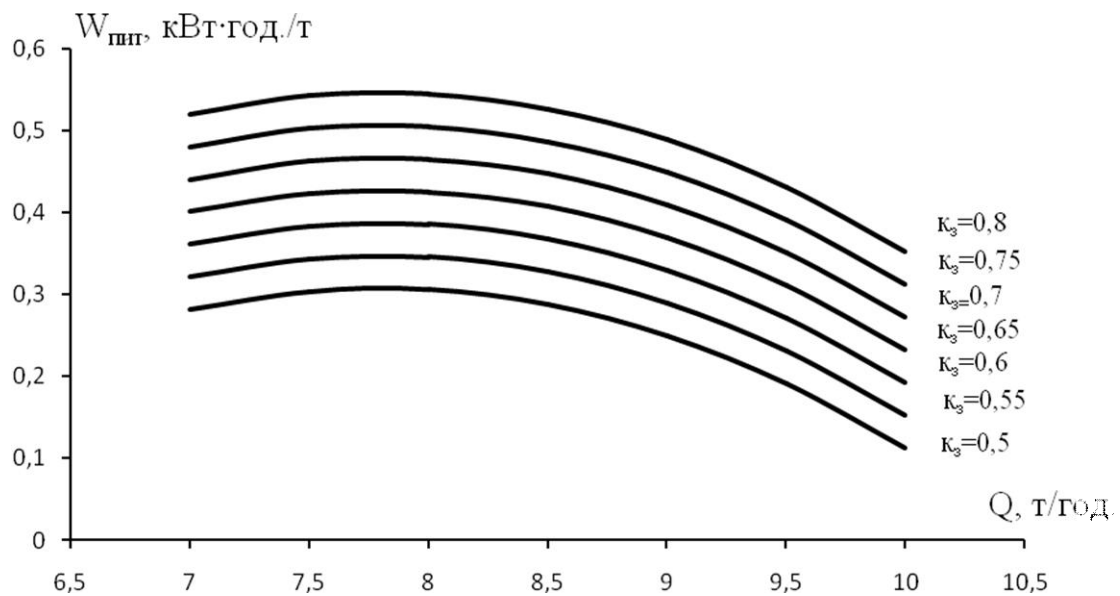


Рис. 2. Залежність $W_{num} = f(Q)$ при $k_3 = var$ для щіточної машини.

Висновки. На основі проведених теоретичних досліджень та згідно отриманих залежностей, можна зробити висновок, що питомі витрати електроенергії значною мірою залежать від продуктивності машини. Як видно з графіків залежностей, величина питомих витрат зменшується нелінійно та має вид параболи. Це явище обумовлене тим, що на початку роботи щіточної машини зерно дуже забруднене, по мірі очистки зерна та по мірі збільшення його подачі зменшується навантаження на щітчний барабан, тому і питомі витрати зменшуються.

Література

1. Кулак В.Г. Технология производства муки / В.Г. Кулак, Б.М. Максимчук. – М.: Агропромиздат, 1991. – 224 с.
2. Галкина Л.С. Техника и технология производства муки на комплектном оборудовании: Учебники и учеб. пособия для учащихся техникумов / Л.С. Галкина, В.А. Бутковский, Г.Е. Птушкина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 191 с.
3. Ястребов П.П. Использование и нормирование электроэнергии в процессах переработки и хранения хлебных культур / П.П. Ястребов. – М.: Колос, 1973. – 312 с.
4. Адлер Ю.П. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 279 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭНЕРГОЁМКОСТЬ ПРОЦЕССА ПОМОЛА ЗЕРНА

Саржан С.В., Постникова М.В., Карпова А.П.

Аннотация

Определено влияние энергетических параметров на энергоёмкость процесса помола зерна.

DETERMINATION OF THE INFLUENCE ENERGY PARAMETER ON ENERGOYOMKOSTI PROCESS OF THE GRIND GRAIN

S. Sarzhan, M. Postnikova, F. Karpova

Summary

The certain influence energy parameter on energy capacity process of the grind grain.